

AG

KP Patent No.10-0312237

TITLE: ELETRONIC DEVICE MODULE USING COMPLIANT THERMAL CONDUCTIVE SHEET

Abstract:

The present invention discloses an electronic device module using a compliant thermal conductive sheet disposed between a semiconductor chip and a thermal-dispersing surface. The compliant thermal conductive sheet is formed of composition of reactants such as polyorganosiloxane comprising a first vinyl terminal, polyorganosiloxane comprising a second vinyl terminal, and siloxane comprising silane terminal. The reactants are cross-linked through the vinyl, thereby forming cross-linking products. Particles are dispersed through the entire cross-linking products, thereby forming the compliant thermal conductive sheet in which thermal conductive particles and reinforcing particulates are usefully used for a PCB.

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) . Int. Cl. ⁷
C08K 3/28

(45) 공고일자 2001년12월12일
(11) 등록번호 10-0312237
(24) 등록일자 2001년10월08일

(21) 출원번호	10-1998-0003539	(65) 공개번호	특1998-0079685
(22) 출원일자	1998년02월06일	(43) 공개일자	1998년11월25일

(30) 우선권주장 08/821,736 1997년03월20일 미국(US)

(73) 특허권자 인터내셔널 비지네스 머신즈 코포레이션
포만 제프리 엘
미국 10504 뉴욕주 아몬크

(72) 발명자 헤드릭 제임스 톰슨
미국 94588 캘리포니아주 플레전톤 팰리 오크 2031
헤드릭 제프리 커티스
미국 07656 뉴저지주 파크 텃지 글렌데일 로드 116
비벡 알프레드
미국 12524 뉴욕주 피쉬킬 마우러브룩 드라이브 31

(74) 대리인 김성기
송병옥

심사관 : 백영란

(54) 유연한열전도성시트를사용하는전자장치모듈

요약

본 발명은 반도체-칩과 반도체-칩의 열을 방출하는 방열 수단 사이에 배치된 유연한 열전도성-시트를 사용하는 전자 장치 모듈을 개시한다. 유연한 열전도성 시트는 제1 비닐 단말기를 갖는 폴리유기규산과 제2 비닐 단말기를 갖는 폴리유기규산과 실란 단말기를 갖는 실록산의 반응물로 형성된다. 반응물은 비닐기를 통해 가교 결합되어 가교 결합 생성물을 형성한다. 입자들은 가교 결합된 생성물 전체를 통해 분산되어 열전도성 입자들과 강화 입자들이 인쇄 회로 기판에 유용하게 사용되는 유연한 열전도성 시트를 형성한다.

대표도
도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 유연한 열전도성 시트가 전자 장치와 캡 사이에 배치되고 또 다른 시트가 캡과 히트 싱크 사이에 배치되는 개략적인 다이어그램.

도 2는 본 발명에 따른 유연한 열전도성 시트가 전자 장치와 지지 기판 사이에 배치되는 개략적인 다이어그램.

도 3은 본 발명에 따른 유연한 열전도성 시트가 전자 장치와 히트 싱크 사이에 배치되어 있으며, 전자 장치는 지지 기판에 표면 장착되는 개략적인 다이어그램.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

10 : 칩

15 : 히트 싱크(또는 히트 스프레더)

18 : 캡

20 : 열전도성 재료

30 : 영역 어레이 팅납 볼 접속

40 : 캐리어

45 : 핀

49, 69 : 클램프

55 : 와이어링 본드

58 : 캡처 패드(capture pads)

60 : 칩 캐리어(또는 보드)

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 열 관리(thermal management)를 개선하기 위해 유연한 열전도성 시트를 사용하는 전자 장치 모듈에 관한 것이다.

반도체의 집적도가 증가되고, 칩의 패키징(packaging) 밀도가 높아지며, 입력 전력이 증가함에 따라, 패키지의 집적도 및 신뢰성을 유지하기 위해 전자 장치의 동작 온도를 수용 가능한 수준 이하로 제어하는 것이 필요하게 되었다. 열이 발생하면 집적된 칩의 속도가 느려지고, 경계 전력(power rating)이 낮아지며, 이러한 열이 신속하게 발산되지 않으면 칩에 손상을 주거나 칩을 파괴시킬 수 있다. 열 관리는 또한 적층된 전력 공급 구조, 전력 트랜지스터, 변압기 등과 같은

발열성 전자 부품(exothermic electronic components)에 있어서 매우 중요한 문제이다. 이러한 열 관리에 적합한 재료로 사용 가능한 것은 높은 열전도도를 가져야 할 뿐만 아니라 이러한 재료들의 물리적, 화학적, 기계적 특성 및 칩수상의 특성이 전자 장치의 정규 동작 온도 또는 그 이상에서 안정적인 것이어야 한다. 열 관리에 사용되는 재료들은 장치와 히트 스프레더(heat spreader) 사이에 열팽창 계수의 값이 상당히 다르더라도, 통상 -40°C 내지 150°C 범위의 열 순환(thermal cycling)을 고장 없이 견뎌낼 수 있어야 한다. 열 안정성은 구체적으로 에폭시 및 아크릴을 기초로 한 접착제와 같은 재료들을 사용할 때 발생하는 문제인데, 그 이유는 이들 재료들이 모듈형 전력 분산 시스템 내의 고집적 회로, 다이(die) 부착용 접착제, 냉각 플레이트 부착용 접착제, 일체화된 커넥터, 웨이퍼 검사 장비, 전력 변압기, 절연체 및 이와 유사한 것들을 포함하는 미래형 컴퓨터 시스템 및 응용품에 필요한 엄격한 요건들을 만족시키지 못하기 때문이다. 추가적인 응용품들은 단일-칩 모듈, 다중-칩 모듈, 및 열전도 모듈을 포함할 수 있다.

상기 추가적인 응용품들은 기판에 대한 부착 또는 결합을 수행하기 위한 특정한 금속 층상 구조(specific metallurgical hierarchy)를 필요로 한다. 깨지기 쉬운 제어 붕괴형 칩 접속(C4)에 대한 손상을 방지하기 위해 결합이 이루어지는 동안 낮은 접촉 압력을 필요로 하므로, 지금까지는 부드럽고 유연한 페이스트(pastes)가 사용되어 왔다. 페이스트는 충전제(充填劑) 농도와 열전도도가 높으며, 재작업 가능성(reworkability)이 좋다는 다양한 장점들을 가지고 있다. 취급/청소의 관점에서 볼 때 페이스트가 로딩(loading) 및 연속적인 열전도도 면에서 여러 장점을 제공하지만, 페이스트와 거의 동일한 계면 저항(interface resistance)을 갖는 유연성 열 시트(compliant thermal sheets)를 사용하는 것이 좀 더 바람직하다. 열전도성 시트는 매우 잘 부서지거나, 먼지에 취약하고, 그 응용품이 불균일(nonuniformity)하다는 페이스트에서의 문제가 없으면서도 성능과 비용면에서 경쟁력이 있다. 상업적으로 입수 가능한 몇가지 열전도성 시트 중에는 상술한 응용품들의 필요성을 만족시키는 시트가 없는데, 이들 시트들이 대부분 단단하고, 유연성이 없거나 열전도도가 불량하기 때문이다. 복합 재료의 열전도도는 주로 열전도성 충전제(filler)의 용적 비율에 좌우된다. 용적 비율이 큰 충전제가 추가되면, 복합 재료의 열전도도가 개선된다. 열은 복합 재료 내에서 입자와 입자간 접촉(particle-to-particle contact)이 있을 때 가장 잘 전도되기 때문에, 열전도성 충전제의 용적 비율은 복합 재료 전체를 통해 직접 접촉이 적절히 이루어질 수 있도록 충분히 커야 한다. 그러나, 충전제 로딩이 증가하면, 충전제의 계수와 부스러짐 정도가 증가하는 반면 유연성은 감소되어, 결과적으로 재료의 계면 접촉 특성(interfacial surface contact properties)이 불량해진다.

본 발명에서는, 요구되는 열전도도와 유연성 양자를 모두 보유하는 독특한 열전도성 복합 시트 재료가 개발되어 상기 응용품의 필요성을 만족시킨다. 이러한 재료의 기초가 되는 것은 산화 알루미늄 파우더 및 산화 아연과 같은 미립자 충전제와 가교 결합(crosslink)된 폴리유기규산 고분자(polyorganosiloxane polymer)이다. 폴리유기규산은 고온에서의 안정성, 낮은 절연 특성, 저온 특성, 낮은 흡습성(moisture absorption) 및 경화성(cure chemistry)으로 인해 상술한 응용품에 대해 특히 적합하다.

종래 기술에서는 통상 폴리유기규산 조성물에 다양한 충전제를 첨가하여 불량한 열전도도를 증가시키는 것이 개시되어 있다. Streusand 등에게 부여된 미국 특허 제 4,585,822호는 실온에서 경화 가능한 유기규산 조성물을 개시하고 있는데, 이러한 유기규산 조성물은 중량비로 적어도 10 %인 충전제가 질화 규소 입자인 조성물의 중량에 기초하여 중량비로 30 내지 95 %의 충전제를 포함한다. Block 등에게 부여된 미국 특허 제 5,194,480호에는 질화 붕소 또는 알루미늄 나로 충전된 성형 가능한(moldable) 열 경화성 탄성 중합체 조성물이 개시되어 있다. Nakano 등에게 부여된 미국 특허 제 5,352,731호에는 높은(6,000-12,000) 중합도와 낮은(200-2,000) 중합도를 갖는 폴리유기규산을 포함하는 산화 알루미늄 파우더가 충전된 규소 고무 조성물이 개시되어 있다. 이러한 중합도는 각각 약 450,000-1,000,000 g/mol 및 15,000-150,000 g/mol의 분자량에 해당한다. Petersen 등에게 부여된 미국 특허 제 5,011,870호에는 충전된 폴리유기규산 조성물이 개시되어 있는데, 이러한 폴리유기규산 조성물은 입자의 크기가 10-100 미크론 정도인 것과 1 미크론 미만인 질화 알루미늄 혼합물을 포함한다.

상술한 특허들에 기술되어 있는 재료들은 본 발명의 독특한 특징들이 내포되어 있지 않다. 본 명세서에 설명되어 있거나 또는 이하의 개시 내용으로부터 인식될 수 있는 장점들을 보유하는 유연한 열전도성 시트는 반도체 장치와 전자 패키징의 열 관리와 관련된 기술 분야에서 상당한 기술적 진보를 이룩한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 주 목적은 전자 패키징의 열 관리에 사용하기 위한 열전도성 유연 재료들의 기술을 향상시키는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 높은 열전도도는 물론 우수한 가공성, 성형성, 및 유연성을 나타내며 미립자로 충전된 열경화성 폴리유기규산을 기초로 한 열전도성 재료를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 저분자량의 비닐기를 단말기로 갖는 규산 올리고머를 고분량의 규산 중합체와 혼합함으로써 미립자 충전제 로딩 농도를 최대화시켜 열전도도를 개선하기 위한 것이다. 이러한 방법을 사용하여 높은 충전제 농도를 가지면서도 가공성(예를 들어, 성형성) 및 기계적 특성(예를 들어, 유연성) 양자를 유지하는 것이 가능하다.

본 발명의 또 다른 목적은 가교 결합된 네트워크를 형성하기 위해 금속 촉매의 존재하에 수화규산화 반응(hydrosilylation reaction)을 통해 상기 비닐기를 단말기로 갖는 규산 올리고머를 화학적으로 반응시키고, 또한 가교 결합 밀도 및 기계적 특성 양자를 적절히 맞추기 위해 가교 결합제(crosslinking agent)(예를 들어, 저분자량의 실란을 단말기로 갖는 규산 올리고머)의 농도를 변화시킴으로써 상기 수화규산화 반응을 제어하기 위한 것이다.

본 발명의 추가적인 목적은 비열전도성(非熱傳導性) 강화 미립자 (reinforcing particulates)(예를 들어, 산화 아연 등)와 혼합된 열전도성 미립자(예를 들어, 산화 알루미늄 파우더, 질화 알루미늄, 질화 붕소 등)로 이루어진 조성물을 제공하는 것이다. 상기 조성물은 그 조성물 전체 중에서 약 5 내지 15 중량%를 차지하는 비열전도성 강화 미립자와, 약 85-95 중량%를 차지하는 미립자 충전제를 포함하고 있다. 비열전도성 미립자들의 존재는 조성물에 중요한 영향을 미치는데 그 이유는 이러한 미립자의 존재가 처리 가능한 복합 재료의 점성에 대해 최소의 기여를 하기 때문이다. 그러나, 네트워크를 형성하면, 충전제의 강화가 강하게 이루어져, 기계적 성질을 개선시킨다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 반도체 장치와 전자 패키지의 열 관리에 사용하기 위해 폴리유기규산 고분자를 열전도성이면서 전기적으로는 절연성을 갖는 충전제 입자와 혼합하여 사용하는 것에 관한 것이다. 상기 목적을 달성하고 집적 회로, 칩, 또는 다이에서 히트 싱크 또는 히트 스프레더 (15)로 열을 전달하기 위해서는, 도 1에 도시된 바와 같이 열전도성 재료 (20)이 칩을 캡 (18)에 결합 또는 접속시키고, 또한 이 캡을 히트 싱크 (15)에 결합 또는 접속시키는데 사용된다. 도 1에는 칩이 영역 어레이 팜납 볼 접속 (30)에 의해 캐리어 (40)에 부착되는 것으로 도시되어 있다. 통상 세라믹 모듈 또는 유기 기판으로 이루어진 캐리어 (40)은 후속적으로 핀 (45)을 통해 인쇄회로기판(도 1에는 도시되지 않음)에 접속된다. 캡 (18)은 클램프 (49)를 사용하여 캐리어 (40)에 고정된다. 히트 싱크 (15)는 제 위치에 지지되어, 그 자체의 무게에 의해 또는 선택 사항으로 히트 싱크 (15) 및 캡 (18)에 접속되는 클램프 (69)를 사용하여 열전도성 재료 (20)를 압축한다. 다수의 클램프 (69)가 모듈의 주변부 상에 위치될 수 있다. 히트 싱크 (15)의 무게에 의해 가해지거나 또는 클램프 (69)에 의해 전달되는 열전도성 유연 재료에 대한 압축력은 열전도성 재료도 하여금 도 1에 도시된 바와 같이 측방향으로 팽창된다.

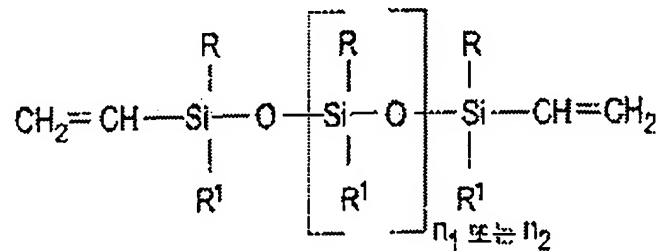
또 다른 대안으로는, 도 2에 도시된 바와 같이 칩 (10)이 부분적으로 경화된 상태에 있는 열전도성 재료를 (20)을 사용하여 칩의 배면(backside)을 본딩시킴으로써 칩 캐리어 또는 보드 (60)에 칩이 직접 부착(direct chip attached: DCA)될 수 있다. 선택적으로, 열전도성 접착제는 열전도성 재료 (20)와 결합되어 사용되어 본딩(도 2에는 도시되지 않음)을 용이하게 할 수도 있다. 이러한 배열에 있어서, 칩과 칩 캐리어 또는 회로 보드 (60) 간의 전기적 내부 접속은

칩 (10)과 칩 캐리어 또는 회로 보드 (60) 상의 캡처 패드(capture pads) (58) 간의 와이어링 본드 (55)에 의해 달성된다.

추가적인 패키징 구조가 도 3에 도시되어 있는데, 도 3은 영역 어레이 땀납 볼 결합 (30)을 통해 칩 (10)을 칩 캐리어 또는 회로 보드 (60)에 플립-칩 부착(flip-chip attachment)시키는 것을 예시하고 있다. 이 경우, 히트 싱크 (15)는 도 1에 도시된 바와 같은 캡이 없이 열전도성 재료 (20)를 사용하여 캡 (10)에 직접 부착된다. 히트 싱크 (15)는 제 위치에 지지되어, 그 자체의 무게에 의해 또는 선택 사항으로 도 1에 도시된(도 3에는 도시되지 않음) 클램프를 사용하여 열전도성 재료 (20)를 압축한다.

2개의 고체 표면 사이에 이루어지는 직접 접촉은 (이들 표면이 매끄럽게 연마 처리되었다고) 놀라울만큼 작기 때문에, 열 전달을 용이하게 하기 위해서는 2개의 표면 사이에 발생하는 상당한 갭을 채워주어야 한다. 본 발명은 폴리유기규산 고분자를 사용하는데, 이 폴리유기규산 고분자는 유연성을 유지하면서 열전도성 입자들로 상당량이 충전되어 있으며, 최소의 인가된 힘으로 매우 높은 정도의 계면 접촉을 제공한다.

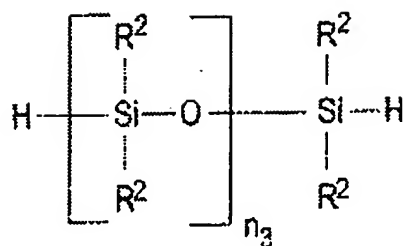
본 발명에서 바인더(binder)로 사용되는 폴리유기규산은 반응성 기능기들(바람직하게는 비닐 기능기들)을 포함하는데, 이러한 반응성 기능기들은 다음의 일반식으로 도시되는 단말기 상에서 가교 결합을 허용한다.



상기 일반식에서 n_1 및 n_2 는 각각 고분자량 및 저분자량 폴리유기규산에 대한 고분자화 정도를 나타내고, R 및 R¹은 1 내지 18개의 탄소 원자를 가지는 1가 탄화 수소기 또는 할로겐화된 1가 탄화수소기이다. 또한, R 및 R¹은 동일하거나, 상이할 수 있다. 상기 R 및 R¹으로 표시된 1가 탄화 수소기의 예는 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 헥실기, 옥틸기, 데실기, 및 옥타데실기와 같은 알킬기; 페닐기, 벤질기, 페닐에틸기, 페닐프로필기, 페닐부틸기, 및 나프틸기와 같은 아릴기; 비닐기와 같은 알케닐기 및 알릴기; 톨릴기, 크실릴기 에틸페닐기와 같은 알크아릴(alkaryl)기; 및 시클로프로필기, 시클로부틸기, 및 시클로헥실기와 같은 시클로알킬기이다. 상기 기(radical)들의 할로겐화 유도체의 예로는 3,3,3-트리프로플루오로프로필기 및 클로로페닐기와 같은 것들이 있다.

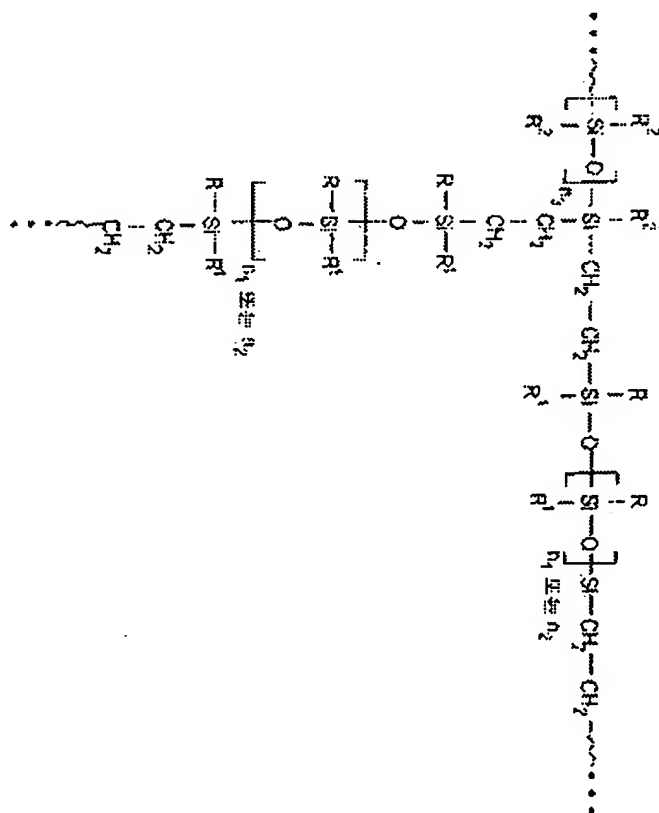
상기 기술한 폴리유기규산은 미립자로 충전된 복합 재료를 준비하기 위한 분산제(dispersant)로 사용될 수 있다. 유연성을 유지하면서 열전도도를 전달하기 위한 미립자 충전제 농도를 최대화시키기 위해, 상기 폴리유기규산 재료의 2가지 상이한 분자량이 사용된다. 그 첫 번째는 약 10,000 내지 30,000 g/mol의 분자량을 갖는 고분자량 폴리유기규산으로, 그 성분은 바인더 무게의 약 1 내지 8 %를 차지하며, 기계적 성질을 향상시키는 역할을 한다. 두 번째는 전체 바인더 무게의 92 내지 99 %를 차지하며, 분자량이 약 400 내지 5,000 g/mol인 저분자량 폴리유기규산 올리고머이다. 폴리유기규산 올리고머는 분산제로 사용되고 또한 극히 높은 농도값을 갖는 미립자 충전제가 상기 복합 재료와 일체화될 수 있도록 해준다. 이것은 본 발명이 종래 기술과 구별되는 본 발명의 독특한 특징이다.

비닐기를 단말기로 갖는 폴리유기규산은 수화규산화 반응을 통해 가교 결합될 수 있다. 이러한 반응은 가교 결합제로 저분자량 실란 단말기를 갖는 폴리유기규산 올리고머를 첨가함으로써 촉진될 수 있다. 저분자량 실란 단말기를 갖는 폴리유기규산 올리고머는 다음의 일반식으로 주어지는 화합물을 포함한다:



상기 일반식에서, R^2 은 R 및 R^1 에 대해 앞에서 정의된 작용기(chemical group)이지만, 적어도 하나의 R^2 은 양성자(H) 작용기 또는 $-\text{OSi}(R^2)_2\text{H}$ 작용기이다. 또한, n_3 는 분자량이 2000 g/mol이하(바람직하게는 2000 g/mol이하)인 중합도를 나타낸다.

규소수산화 반응이 VIII족 귀금속(백금, 로듐, 및 루테튬) 착화합물 (precious metal complex)과 같은 금속 촉매의 존재하에 행해진다. 이러한 촉매는 폴리유기규산에 녹으며 통상적으로 약 20 ppm의 농도로 사용된다. 가열시켜서 가교 결합을 시작하는데 약 100 내지 300℃에서 1 내지 3시간 동안 가열되고, 바람직하게는 200℃에서 2시간 동안 가열된다. 금속 촉매를 사용하는 중합 경로가 다음 2가지 이유로 다른 규산수산화 경로에 비하여 선호되고 있다. 첫째, 금속 촉매를 사용하는 공정은 농축 또는 과산화물을 이용한 경화와는 대조적으로 휘발성 부산물을 생성함이 없이 부가 중합을 통하여 진행되며, 둘째로, 광 중합, 복사 에너지 (radiation) 중합, 또는 과산화물에 의해 반응이 일어나는 규소수산화 공정은 본질적으로 라디칼 중합이며, 따라서 그 용도가 제한된다. 규소수산화 반응으로부터의 일반화된 가교 결합 반응물의 예가 다음식으로 주어진다.



여기서, R , R^1 , 및 R^2 와 n_1 , n_2 , 및 n_3 는 앞에서 정의된 것과 동일하다.

반응 화학량론(stoichiometry)(예를 들어, 비닐 단말기를 갖는 폴리유기규산 올리고머 대 실란 단말기를 갖는 가교 결합제의 비율)을 제어함으로써 가교 결합 밀도 및 기계적 특성 양자가 모두 조절될 수 있다. 가교 결합제의 양이 증가하면, 경도계(durometer)에 표시되는 바와 같이 복합 재료가 상당히 부드러워져 더 큰 유연성을 가지게 되는데, 이것은 결합 밀도가 감소되는 것과 일치하는 것이다.

조성물 내의 경화를 가속화시키는데 사용되는 VIII족 귀금속(백금, 로듐, 및 루테튬) 착화합물과 같은 금속 촉매량의 범위는 결합제의 전체 중량을 기준으로 약 2 내지 500 중량 ppm, 바람직하게는 약 5 내지 25 중량 ppm이 될 수 있다. VIII족 귀금속 착화합물의 예로는 H_2PtCl_6 가 있다.

열전도도를 향상시키기 위해 상술한 폴리유기규산 조성물에 일체로 포함되는 미립자들은 산화 알루미늄 파우더, 질화 붕소, 질화 알루미늄, 질화 규소, 실리콘 카바이드, 산화 베릴륨, 다이아몬드, 흑연 등과 같은 다결정 및 무정형 유기 및 무기 충전제(polycrystalline and amorphous organic and inorganic filler)를 포함한다. 강화 충전제들은 적어도 $50\text{ m}^2/\text{g}$, 바람직하게는 300 내지 $1100\text{ m}^2/\text{g}$ 의 표면적을 갖는다. 이들 충전제들은 공정시의 점도와 최종 모듈러스에 큰 영향을 미치며 바인더와 화학적 물리적 상호 작용을 일으킨다. 미립자 충전제들은 바인더를 포함하는 조성물의 중량을 기준으로 약 60 내지 95 중량%, 바람직하게는 약 80 내지 85 중량% 범위의 농도로 첨가된다. 미립자 충전제의 입자 크기는 1 내지 20 마이크로, 바람직하게는 2 내지 20 마이크로 범위이다. 경우에 따라서, 서로 상이한 크기를 갖는 미립자들을 혼합(blend)하는 것이 효과적이다. 이렇게 하면, 패킹(packing) 밀도를 증가시켜, 더 많은 양의 조성물이 로딩(loading)되어 더 많이 처리될 수 있도록 해준다. 입자들은 중량비로 조성물의 약 60 내지 90 중량%를 차지할 수 있다. 바람직하게는 입자들은 열전도성 입자와, 반강화(semi-reinforcing) 또는 비강화(non-reinforcing) 미립자가 결합된 것일 수 있으며, 이 경우 입자들 중 약 85 내지 95 중량%는 열전도성이고 약 5 내지 15 중량%는 비열전도성이다.

충전제의 일부는 반강화 충전제 또는 비강화 충전제일 수 있다. 비강화(또는 반강화) 충전제는 $50\text{ m}^2/\text{g}$ 미만의 표면적을 갖는다. 반강화 충전제 또는 비강화 충전제의 예로는 금속 산화물, 금속 질화물, 글래스 비드(glass beads), 금속 박편, 파우더, 및 파이버가 있으며, 구체적인 예로는 구리, 니켈, 및 알루미늄, 규조토, 분쇄된 수정, 운모, 산화 규소, 이산화티타늄, 및 이들의 혼합물이 있다. 금속 산화물 충전제의 바람직한 실시예로는 산화 아연, 산화철, 알루미늄 및 산화 티타늄이 있다. 충전제는 또한 예를 들어 트리메틸에톡시실란과 같은 트리유기알콕시실란인 접착 증진제로 처리되어 표면을 유기실록시기로 코팅한다.

본 발명의 조성물에 일체로 포함될 수 있는 다른 첨가제로는 안료, 압축 성형 첨가제(compression set additives), 산화 억제제, 가소제, 접착 증진제, 염기 안정제, 그리고 실리콘 고무(silicone rubber) 기술 분야에서 통상 첨가제로 사용되는 기타 다른 재료들을 포함할 수 있다. 이러한 첨가제들은 조성물의 중량비를 기준으로 약 15 중량% 이하로 존재하는 것이 바람직하다.

본 발명의 바람직한 실시예에서는 비강화 충전제가 각각 조성물의 약 65 내지 95 중량% 및 약 1 내지 20 중량%, 바람직하게는 각각 약 70 내지 90 중량% 및 약 5 내지 15 중량%의 농도로 산화 알루미늄과 산화 아연을 결합한 것이 될 수 있다.

폴리유기규산 조성물은 종래 기술에서 실록산 탄성체를 제공하기 위해 통상적으로 사용하는 방법인 2개의 롤러를 갖는 분쇄기(mill), 교반기(kneader), 뱅버리 믹서기(Banbery mixer) 등을 사용하는 것과 같은 방법에 의해 용액 처리 기법 및 용융 처리 기법을 사용하여 합성될 수 있다. 또한, 제조된 폴리유기규산 조성물은 여러 가지 형태의 성형 작업이 가능하며, 또한 압출 성형, 사출 성형, 압착 롤러 기법, 코팅 기법 또는 기타 다른 성형 기법을 사용하여 시트 형태 및 다른 여러 가지 형태로 성형하는 것이 가능하다.

열이 열원으로부터 멀어지도록 전도되는 것이 필요한 다수의 응용품에 본 발명의 조성물이 사용될 수 있다. 이러한 조성물은 구체적으로 열전도성 재료로 사용될 수 있고, 칩, 캡 및 히트 싱크 사이의 부착층으로 사용될 수 있으며, 전자 부품에 대한 봉입제(encapsulating agent)로도 사용될 수 있다.

실시예 1

복합 재료의 기계적인 특성을 최대화시키기 위해 수지(예를 들어, 폴리유기규산에 기초한 폴리머 또는 비닐 단말기를 갖는 올리고머)와 가교 결합제(예를 들어, 저분자량 실란 단말기를 갖는 폴리유기규산 올리고머)의 화학량론을 최적화하도록 일련의 실험이 행해진다. 본 실시예에서는 유일한 충전제로 산화 아연을 조성물의 75 중량% 수준으로 사용한다. 폴리(디메틸실록산) 수지(실리콘 리소시스 (Silicone Resources)사로부터 입수 가능한 VTS-100) (50 g), 가교 결합제(다우코닝사로부터 입수 가능한 Sygard 182 CA) (3-15 중량%), (Micro-Si사로부터 입수 가능한 MSX057 제 품인 반응성 실리콘 유체 내에서 프로파가놀(proparganol)에 의해 억제된) 백금 촉매 (25 ppm), 및 산화 아연 (150 g)이 믹서기(mixer)에 채워져 약 2시간 동안 혼합된다. 가교 결합제의 양의 변화 범위는 3 내지 15 중량%이고, 경도 계(durometer)에 의해 재료의 유연성이 측정된다. 가교 결합제의 양이 증가함에 따라 열 시트(thermal sheet)가 상당히 부드러워져 경도계의 값이 60에서 27로 증가한다. 이러한 결과는 첨가된 폴리유기규산 내용물로 인해 가교 결합 밀도가 감소한 것과 일치한다. 더욱 중요한 것은 경도계의 값이 낮아질수록 시트의 유연성이 더욱 커져 열 표면(thermal surface)과의 접촉이 개선된다.

실시예 2

또 다른 일련의 실험에서는 산화 알루미늄 파우더와 산화 알루미늄 파우더/산화 아연 혼합물이 폴리유기규산 조성물에 대한 충전제로 적합한지에 대한 평가가 이루어진다.

조성물 A:

산화 알루미늄 파우더 = 90 g

저분자량 폴리유기규산 = 60 g

가교 결합제 = 10.5 g (7 %)

금속 촉매 = 20 ppm

경도계 측정 = 72 Shore A

조성물 B:

산화 알루미늄 파우더 = 187 g

산화 아연 파우더 = 25 g

저분자량 폴리유기규산 = 37 g

금속 촉매 = 20 ppm

경도계 측정 = 68 Shore A

조성물 C:

산화 알루미늄 파우더 = 150 g

산화 아연 파우더 = 37 g

저분자량 폴리유기규산 = 60 g

금속 촉매 = 20 ppm

경도계 측정 = 63 Shore A

조성물 D:

산화 알루미늄 파우더 = 150 g

산화 아연 파우더 = 37 g

저분자량 폴리유기규산 = 54 g

고분자량 폴리유기규산 = 6 g

금속 촉매 = 20 ppm

경도계 측정 = 60 Shore A

조성물의 70 중량%인 산화 알루미늄 파우더(입자 크기는 2 내지 5 미크론)가 단독으로 사용되면 복합 재료의 특성은 불량해진다(즉, 성형성(moldability)이 불량해지고, 박막 형성이 이루어지지 않는다(non-film forming)). 반대로, 산화 알루미늄 파우더와 산화 아연 파우더의 혼합물에 의해 만들어지는 재료들은 재료 특성이 상당히 개선된다. 매우 높은 미립자 충전제 농도(85 %-조성물 A)를 갖는 성형이 가능한 조성물이 얻어진다. 2 내지 15 미크론의 크고 작은 입자 크기를 갖는 혼합물을 사용하면 충전제 농도가 추가로 증가된다. 이러한 방법으로 만들어진 시트는 유연성을 가지며 2.5 W/mK 범위의 열전도도를 갖는다.

실시예 3

본 실시예에서는 열전도성 충전제로 흑연을 사용한다.

조성물 A:

흑연 = 120 g

저분자량 폴리유기규산 = 120 g

금속 촉매 = 20 ppm

조성물 B:

흑연 = 21 g

산화 아연 = 59 g

저분자량 폴리유기규산 = 71 g

가교 결합제 = 3.1 g

금속 촉매 = 20 ppm

전체 조성물 중량을 기준으로 60 중량%의 조성물과 7 중량%의 가교 결합제가 준비된다. 측정된 열전도도는 약 1.6 W/mK이고, 샘플들은 유연성을 유지한다(경도계 측정값 < 50 Shore A). 앞의 실시예에 있어서와 같이, 산화 아연이 첨가되어 전체 충전제 농도가 약 70 중량%가 되도록 한다. 최종 박막은 양호한 기계적 특성을 나타내고 유연성을 가지며(경도계 측정값 < 40 Shore A) 성형이 가능하다.

실시예 4

또 다른 실험에서는 질화 붕소, 및 질화 붕소와 산화 아연의 혼합물이 열전도도를 향상시키는 충전제로 적합한지에 대한 평가가 이루어진다.

조성물 A:

질화 붕소 = 90 g

저분자량 폴리유기규산 = 41 g

고분자량 폴리유기규산 = 13 g

금속 촉매 = 20 ppm

경도계 측정 = 62 Shore A

조성물 B:

질화 붕소 = 15 g

산화 아연 = 60 g

저분자량 폴리유기규산 = 30 g

금속 촉매 = 20 ppm

경도계 측정 = 68 Shore A

상기 조성물은 경도계 측정값의 범위가 60 내지 70을 갖는 적절한 열전도성 시트를 만든다. 재료들은 성형이 가능하고 유연성을 갖는다.

상술한 모든 실시예에 있어서, 유일한 충전제의 결합들 및 유일한 충전제 조성물들이 최적의 점성도 및 가공성, 열전도도, 및 기계적 특성을 제공하는지에 대한 검사가 이루어졌다. 복합 재료에 대한 충전제의 용적 비율이 높은 값을 가짐에도 불구하고 우수한 특성이 얻어진다. 저분자량 및 고분자량 폴리유기규산 재료의 혼합물은 유일하며 낮은 처리 점성도를 갖도록 하여 열전도성 충전제의 용적 비율이 높은 값을 갖더라도 복합 재료의 성형이 가능하도록 해준다. 이들 재료들로부터 제조된 유연성 시트는 재사용이 가능하고 열 페이스트에 비해 많은 장점을 제공한다.

발명의 효과

본 발명에 의해 제공되는 미립자로 충전된 열경화성 폴리유기규산을 기초로 한 열전도성 재료는 열전도도가 높으며, 가공성, 성형성, 및 유연성이 우수하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

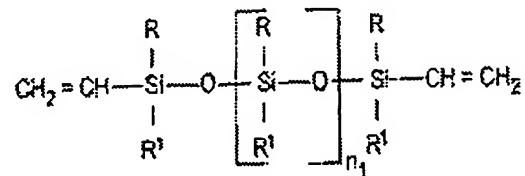
a) 전자 부품;

b) 상기 전자 부품에서 발생하는 열을 방출하는 방열 수단; 및

c) 상기 전자 부품과 방열 수단 사이에 배치되어 있는 조성물의 층

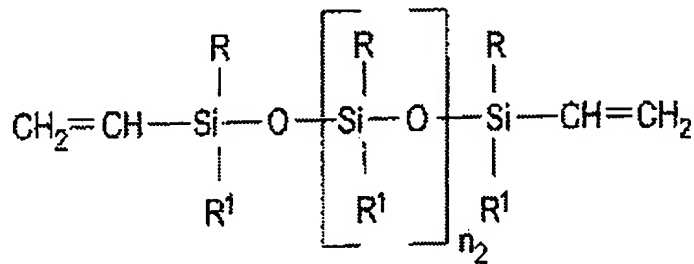
을 포함하는 구조물에 있어서,

상기 조성물이 하기 구조식



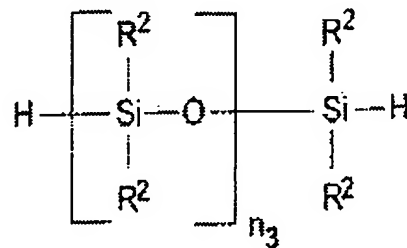
으로 표시되는 제1 비닐 단말기를 갖는 폴리유기규산과,

하기 구조식



으로 표시되는 제2 비닐 단말기를 갖는 유기규산과,

하기 구조식



으로 표시되는 실란 단말기를 갖는 실록산의 반응물인

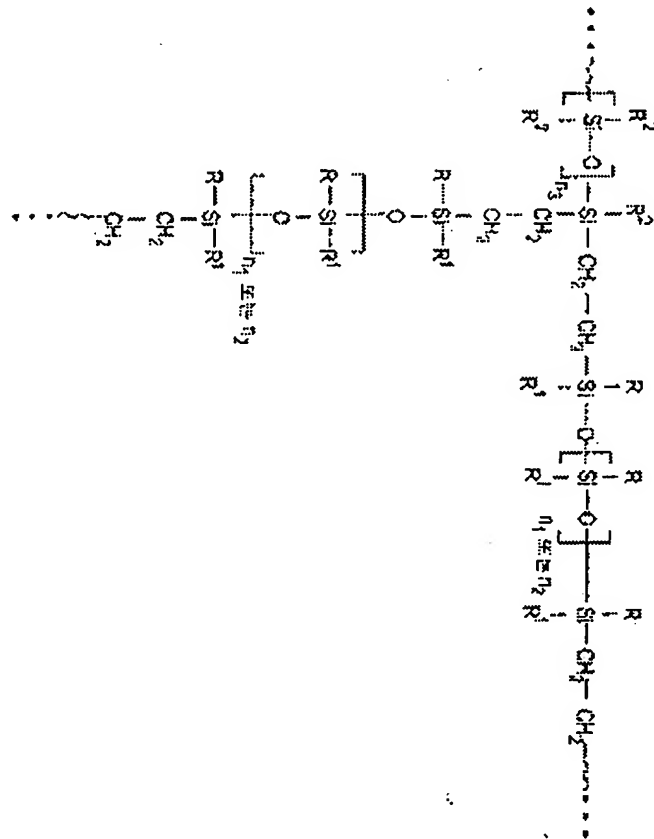
(R, R¹ 및 R²는 1가 탄화수소기와 할로겐화된 1가 탄화수소기로 이루어지는 군에서 선택되며, n₁ ≥ 1, n₂ ≥ 1, n₃ ≥ 1임)

구조물.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 조성물이 하기 구조식



으로 표시되고, R 및 R¹은 1가 탄화수소기와 할로겐화된 1가 탄화수소기로 이루어지는 군에서 선택되며, n₁ ≥ 1, n₂ ≥ 1, n₃ ≥ 1인 구조물.

청구항 3.

제1항에 있어서,

미립자를 추가로 포함하는 구조물.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 미립자가 열전도성 미립자, 반강화 또는 비강화 미립자, 및 이들의 결합으로 이루어지는 군에서 선택되는 구조물.

청구항 5.

제4항에 있어서,

상기 열전도성 미립자가 산화 알루미늄, 질화 붕소, 질화 알루미늄, 실리콘 카바이드, 질화 규소, 산화 베릴륨, 다이아몬드 또는 흑연으로 이루어지는 군에서 선택되는 재료로 구성되는 구조물.

청구항 6.

제4항에 있어서,

상기 반강화 또는 비강화 미립자가 산화 아연, 산화 규소, 유리, 수정, 산화철, 이산화티타늄, 운모, 또는 규조토로 이루어지는 군에서 선택되는 재료로 구성되는 구조물.

청구항 7.

제3항에 있어서,

상기 미립자가 열전도성 미립자와 반강화 또는 비강화 미립자가 결합된 것으로 이루어지며, 이들 미립자들 중 약 85 내지 95 중량%는 열전도성 미립자이고 약 5 내지 15 중량%는 반강화 또는 비강화 미립자인 구조물.

청구항 8.

제1항에 있어서,

상기 R 및 R¹은 알킬기, 아릴기, 알케닐기, 및 시클로알킬기로 이루어지는 군에서 선택되는 구조물.

청구항 9.

제2항에 있어서,

상기 폴리유기규산이 서로 다른 분자량을 갖는 복수의 성분으로 구성되는 구조물.

청구항 10.

제9항에 있어서,

상기 폴리유기규산이 약 10,000 g/mol 내지 30,000 g/mol 범위의 분자량을 갖는 제1 성분과 약 400 g/mol 내지 5,000 g/mol 범위의 분자량을 갖는 제2 성분을 가지는 구조물.

청구항 11.

제10항에 있어서,

상기 폴리유기규산의 제1 성분이 약 1 내지 8 %이고, 제2 성분이 약 92 내지 99 %인 구조물.

청구항 12.

제3항에 있어서,

상기 미립자가 상기 조성물의 약 60 중량% 내지 90 중량%인 구조물.

청구항 13.

제3항에 있어서,

상기 미립자가 상기 조성물의 약 80 중량% 내지 85 중량%인 구조물.

청구항 14.

제3항에 있어서,

상기 미립자가 약 1 내지 20 마이크론 범위의 크기를 갖는 구조물.

청구항 15.

제3항에 있어서,

상기 미립자가 금속 산화물, 금속 질화물, 글래스 비드(glass beads), 파이버, 금속 박편, 수정, 운모 및 이들의 혼합물로 이루어지는 군에서 선택되는 구조물.

청구항 16.

제2항에 있어서,

상기 조성물의 약 65 내지 95 중량% 농도의 산화 알루미늄 파우더 및 상기 조성물의 약 1 내지 20 중량% 농도의 비강화 충전제를 추가로 포함하는 구조물.

청구항 17.

제1항에 있어서,

안료, 압축 성형 첨가제(compression set additives), 산화 억제제, 가소제, 접착 증진제, 및 염기 안정제로 이루어지는 군에서 선택되는 재료를 포함하는 구조물.

청구항 18.

제1항에 있어서,

상기 조성물에 의해 제조되는 시트가 유연한 열전도성 시트(sheet)인 구조물.

청구항 19.

제1항에 있어서,

촉매를 추가로 포함하는 구조물.

청구항 20.

반도체 칩 패키지 구조물을 형성하는 방법에 있어서,

반도체 칩과 상기 반도체 칩에서 발생하는 열을 방출하는 방열 수단 사이에 재료를 배치시키는 단계

를 포함하고,

상기 재료가

a) 비닐 단말기를 갖는 폴리유기규산과 실란 단말기를 갖는 실록산의 혼합물을 형성하는 단계; 및

b) 상기 비닐 단말기를 갖는 폴리유기규산과 상기 실란 단말기를 갖는 규산실록산을 가교 결합시키는 단계

를 포함하는 방법에 의해 형성되는

반도체 칩 패키지 구조물 형성 방법.

청구항 21.

제20항에 있어서,

상기 가교 결합이 수화규산화 반응을 사용하여 행해지는 반도체 칩 패키지 구조물 형성 방법.

청구항 22.

제20항에 있어서,

상기 가교 결합이 촉매의 존재하에 행해지는 반도체 칩 패키지 구조물 형성 방법.

청구항 23.

제22항에 있어서,

상기 촉매가 금속 촉매인 반도체 칩 패키지 구조물 형성 방법.

청구항 24.

제23항에 있어서,

상기 금속 촉매가 VIII족 금속 착화합물인 반도체 칩 패키지 구조물 형성 방법.

청구항 25.

제22항에 있어서,

상기 촉매의 양이 상기 혼합물의 약 2 내지 500 중량 ppm 존재하는 반도체 칩 패키지 구조물 형성 방법.

청구항 26.

제22항에 있어서,

상기 촉매의 양이 상기 혼합물의 약 5 내지 25 중량 ppm 존재하는 반도체 칩 패키지 구조물 형성 방법.

청구항 27.

제26항에 있어서,

상기 비닐 단말기를 갖는 폴리유기규산이 약 10,000 g/mol 내지 30,000 g/mol 범위의 제1 분자량과 약 400 g/mol 내지 5,000 g/mol 범위의 제2 분자량으로 이루어지며,

상기 제1 분자량으로 이루어지는 비닐 단말기를 갖는 폴리유기규산의 양은 상기 혼합물의 약 1 내지 8 중량% 존재하고, 상기 제2 분자량으로 이루어지는 비닐 단말기를 갖는 폴리유기규산의 양은 상기 혼합물의 약 92 내지 99 중량% 존재하고

상기 가교 결합시키는 단계가 상기 비닐 단말기를 갖는 폴리유기규산 및 상기 실란 단말기를 갖는 실록산을 가교 결합시키기 위해 에너지를 제공하는 단계를 포함하는

반도체 칩 패키지 구조물 형성 방법.

청구항 28.

제30항에 있어서,

상기 에너지가 가열에 의해 제공되는 반도체 칩 패키지 구조물 형성 방법.

청구항 29.

반도체 칩과 상기 반도체 칩에서 발생하는 열은 방출하는 방열 수단 사이에 재료를 배치시키는 단계

를 포함하고,

상기 재료가

a) 제1 혼합물을 형성하기 위해 약 200 g/mol 이하의 분자량을 갖는 저분자량 폴리유기규산 재료 내에 있는 입자들의 파우더를 혼합하는 단계;

b) 제2 혼합물을 형성하기 위해 약 400 g/mol 이상의 분자량을 갖는 고분자량 폴리유기규산을 상기 제1 혼합물에 첨가하는 단계; 및

c) 상기 입자들이 상기 저분자량 폴리유기규산과 고분자량 폴리유기규산의 혼합물 내에 분산되도록 상기 제2 혼합물을 혼합하는 단계; 및

d) 경화된 혼합물 내에서 상기 입자들을 고정시키는 상기 저분자량 폴리유기 규산과 고분자량 폴리유기규산의 혼합물을 가교 결합시키도록 에너지를 제공하는 단계

를 포함하는 방법에 의해 형성되는

반도체 칩 패키지 구조물 형성 방법.

청구항 30.

반도체 칩과 상기 반도체칩에서 발생하는 열을 방출하는 방열 수단 사이에 재료를 배치시키는 단계

를 포함하고,

상기 재료가

- a) 제1 혼합물을 형성하기 위해 약 2,000 g/mol 이하의 분자량을 갖는 저분자량 폴리유기규산 재료 내에 있는 입자들의 파우더를 가교 결합제 및 촉매와 혼합하는 단계;
- b) 제2 혼합물을 형성하기 위해 약 10,000 g/mol 이상의 분자량을 갖는 고분자량 폴리유기규산을 상기 제1 혼합물에 첨가하는 단계; 및
- c) 상기 입자들이 상기 저분자량 폴리유기규산과 고분자량 폴리유기규산의 혼합물 내에 분산되도록 상기 제2 혼합물을 혼합하는 단계; 및
- d) 경화된 혼합물 내에서 상기 입자들을 고정시키는 상기 저분자량 폴리유기 규산과 고분자량 폴리유기규산의 혼합물을 가교 결합시키도록 에너지를 제공하는 단계

를 포함하는 방법에 의해 형성되는

반도체 칩 패키지 구조물 형성 방법.

청구항 31.

제1항에 있어서,

- a) 제1 및 제2 측면을 갖는 캐리어—여기서 캐리어의 제2 측면은 제2 측면으로부터 돌출하는 복수의 핀을 포함하고, 상기 전자 부품은 캐리어의 제1 측면과 전기적으로 접속됨—; 및

- b) 상기 캐리어에 대해 상기 전자 부품을 둘러싸는 캡—여기서 캡은 방열 수단을 제공하는 내부 표면을 가짐—

를 추가로 포함하는 구조물.

청구항 32.

제55항에 있어서,

히트 싱크를 추가로 포함하고, 상기 캡은 외부 표면을 가지며, 상기 조성물로 이루어진 또 다른 재료층은 상기 히트 싱크와 상기 외부 표면 사이에 배치되는 구조물.

청구항 33.

제56항에 있어서,

상기 또 다른 재료층을 압착시키기 위해 상기 외부 표면 쪽으로 상기 히트 싱크를 프레스하는 수단을 추가로 포함하는 구조물.

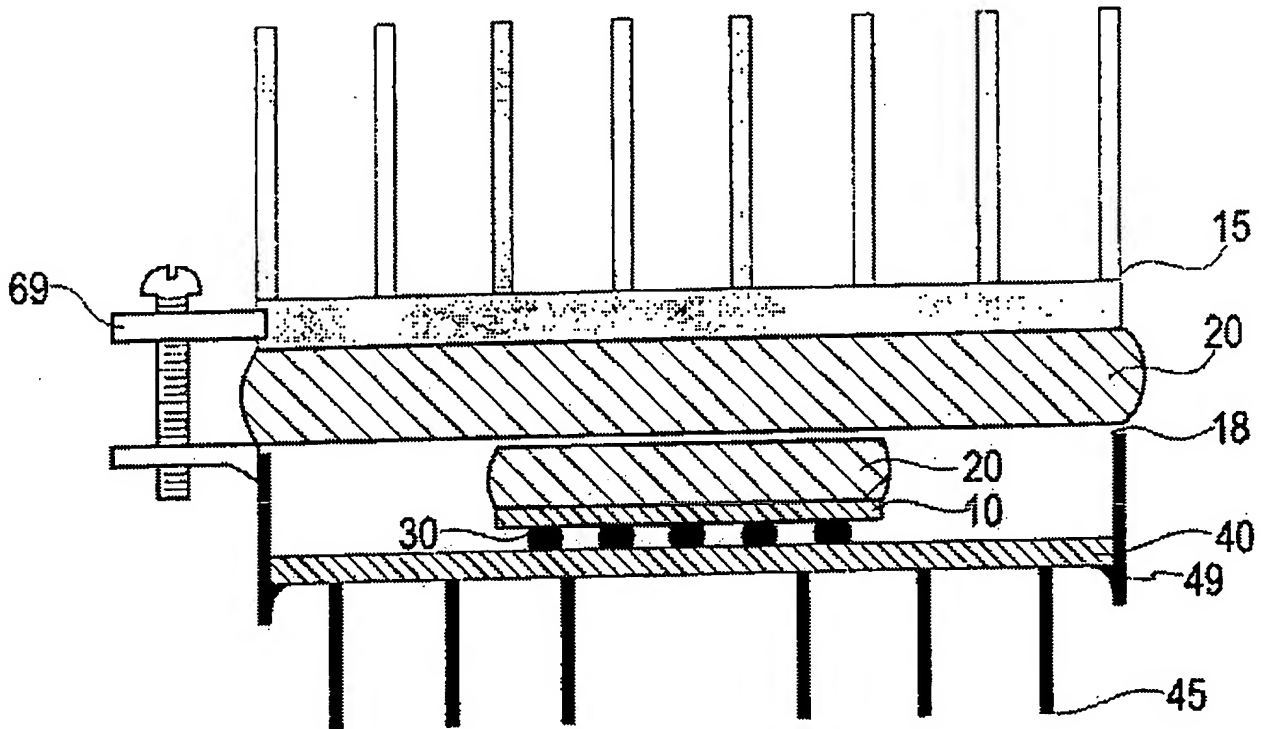
청구항 34.

제1항에 있어서,

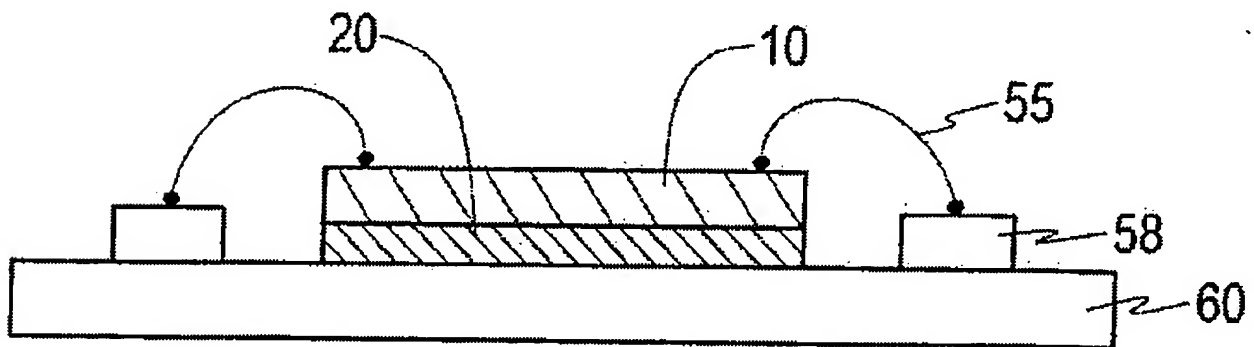
상기 층을 압착시키기 위해 상기 방열 수단 쪽으로 상기 전자 부품을 프레스하는 수단을 추가로 포함하는 구조물.

도면

도면 1

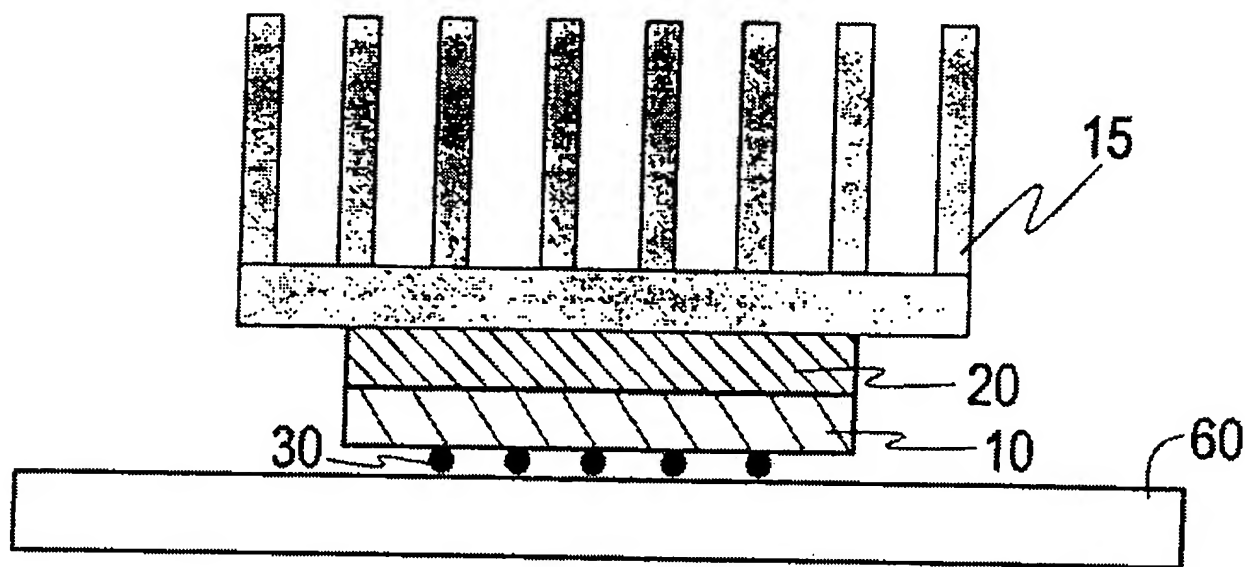


도면 2

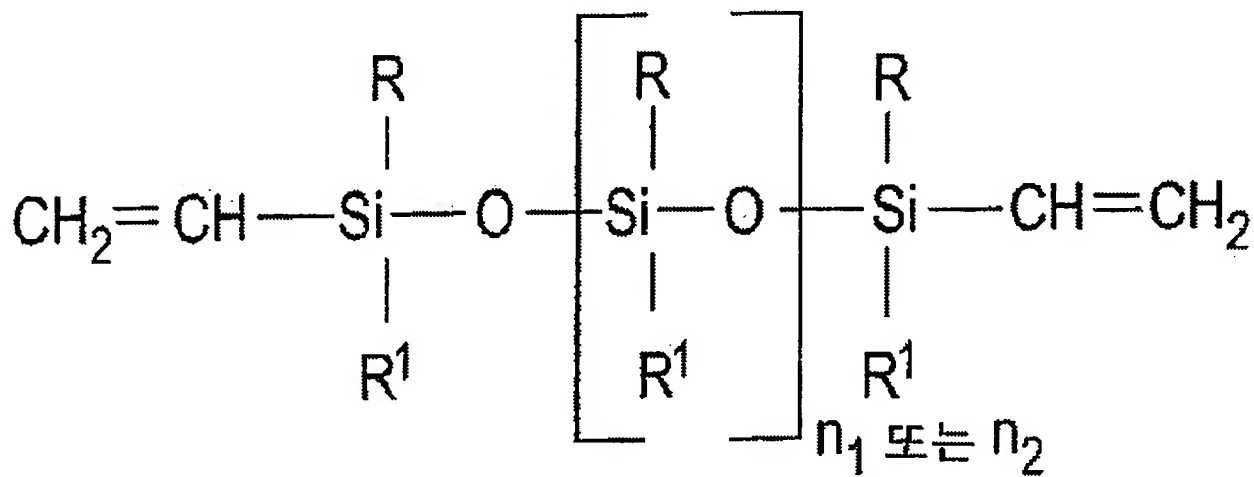


BEST AVAILABLE COPY

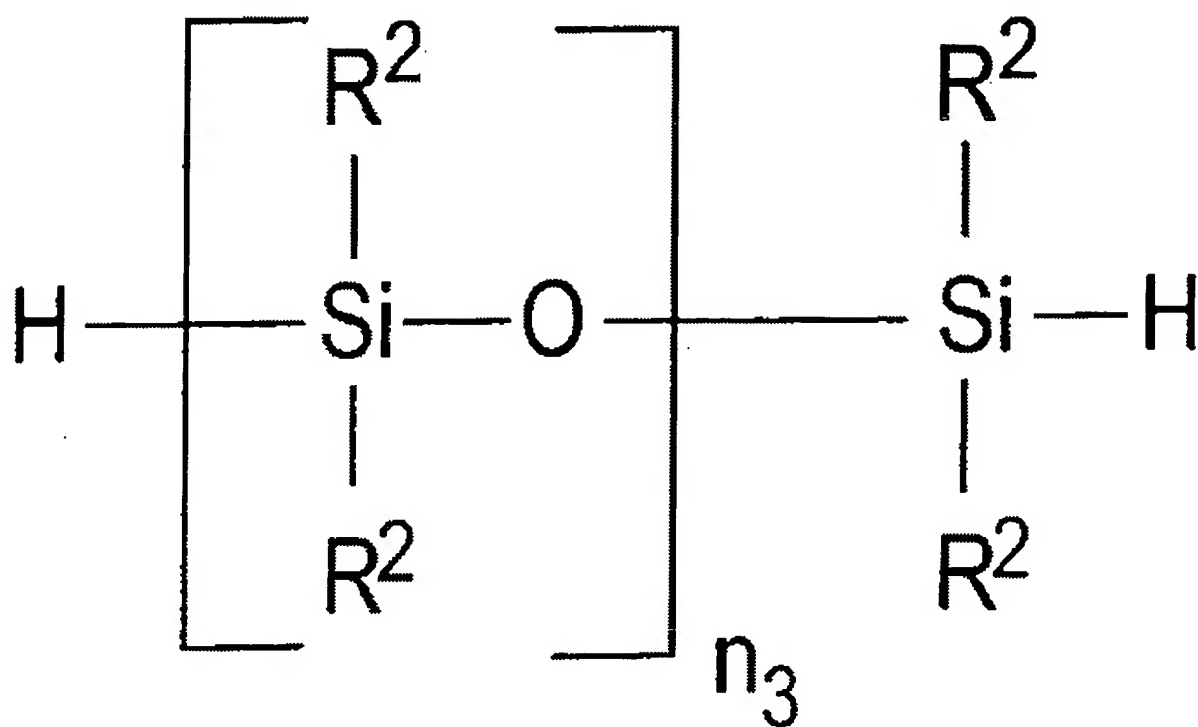
도면 3



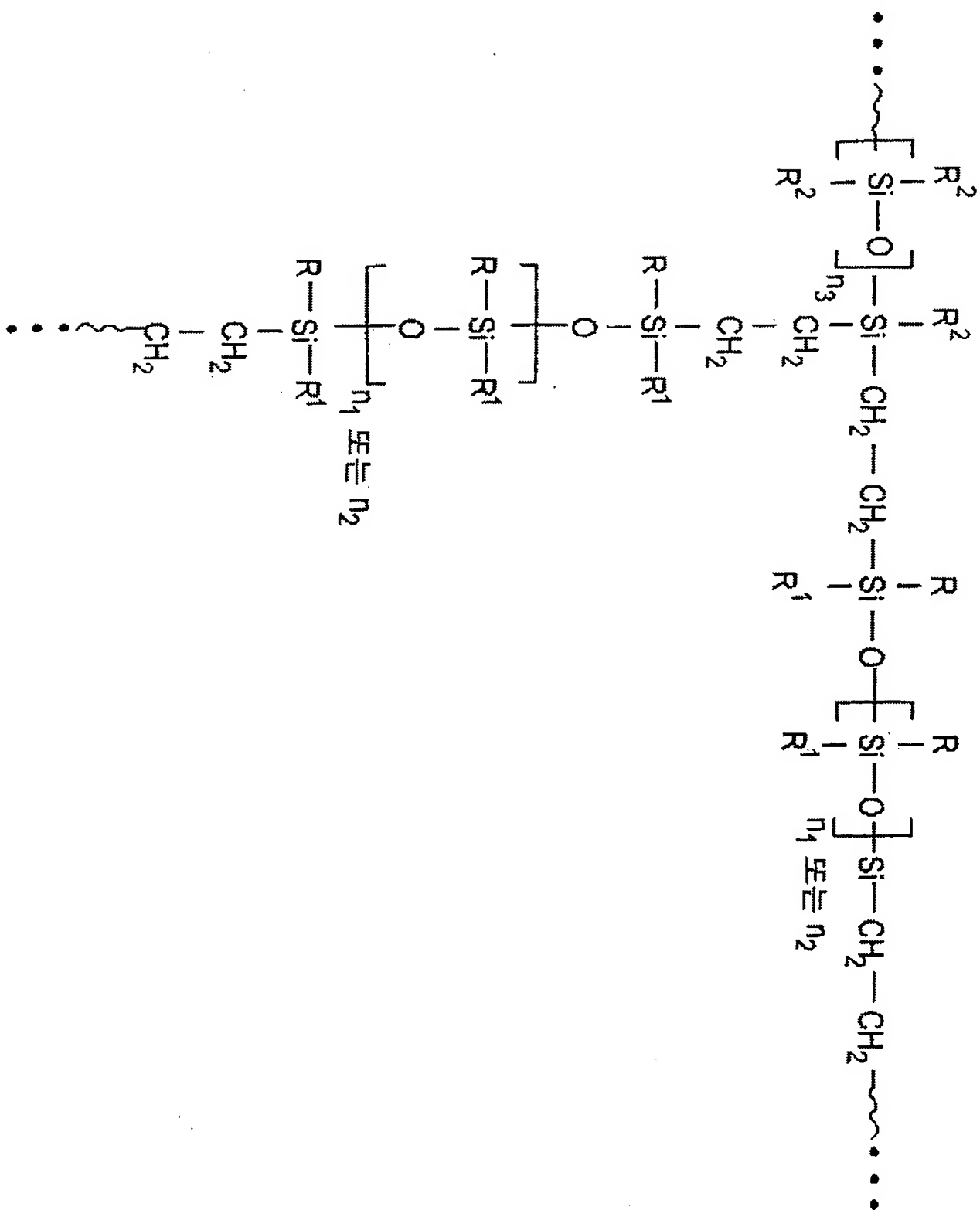
도면 4



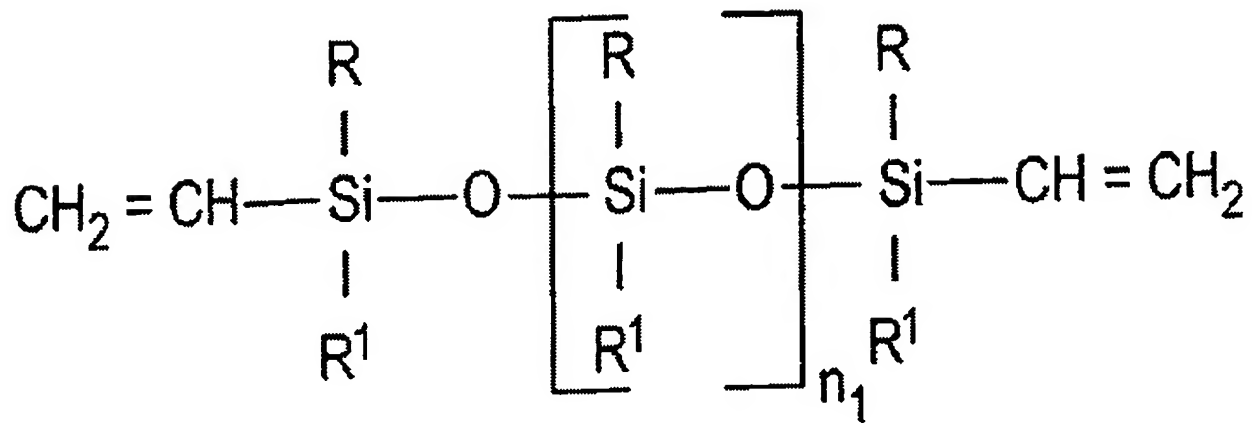
도면 5



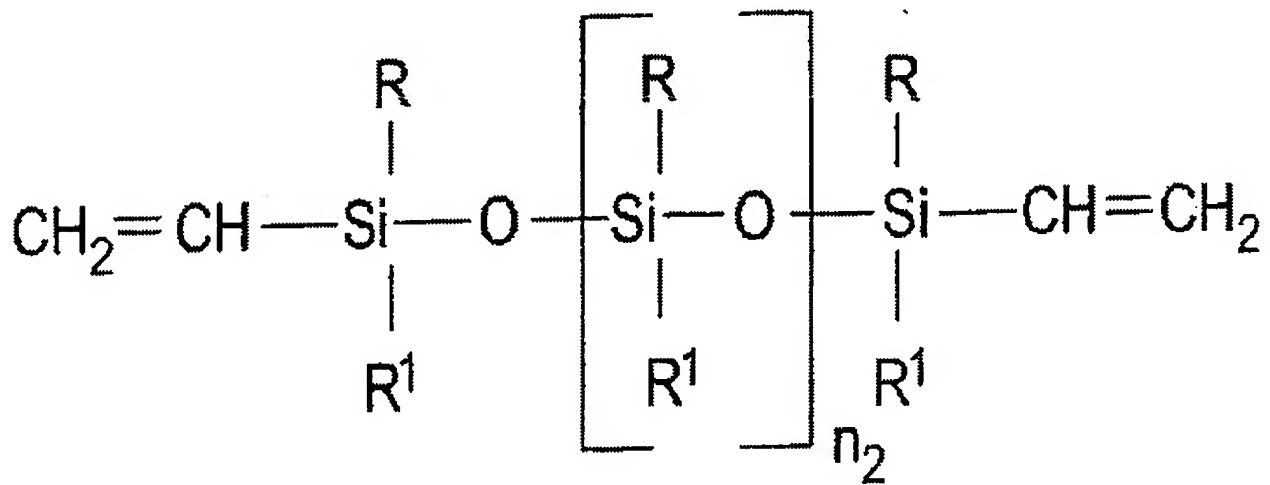
도면 6



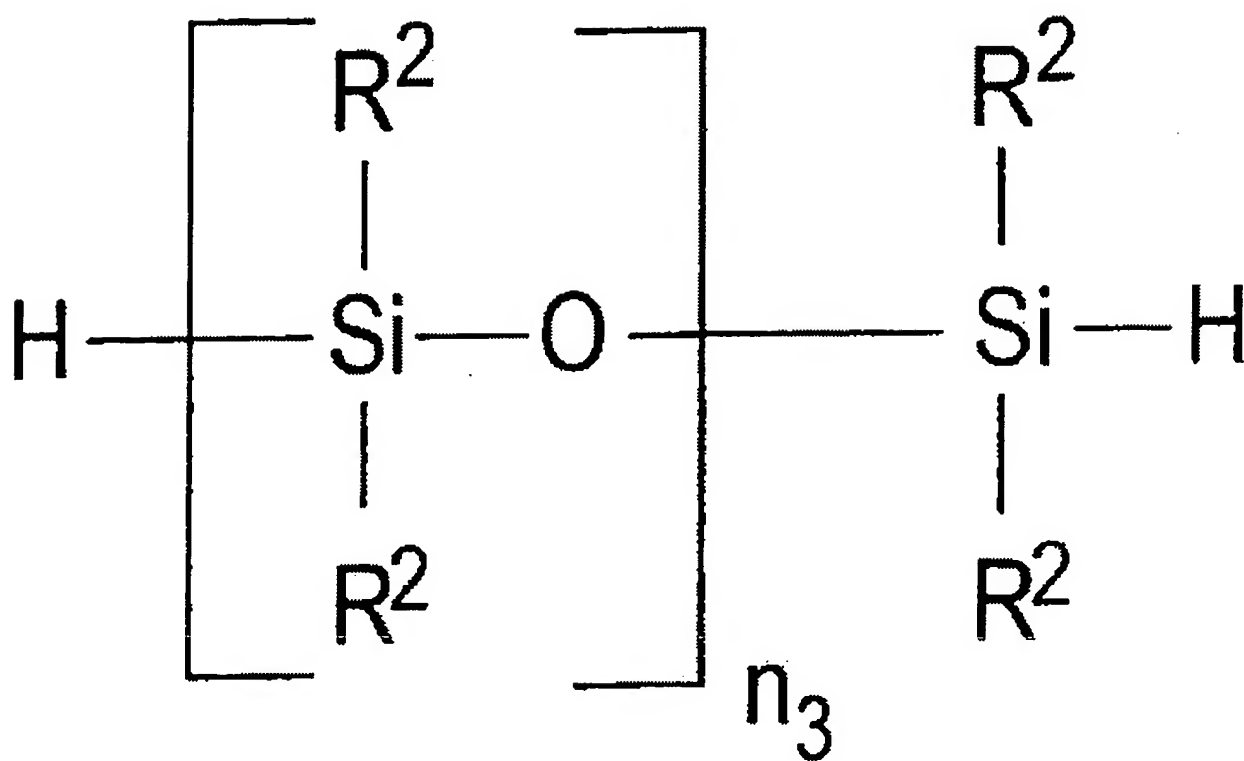
도면 7



도면 8



도면 9



도면 10

